



# jamk.fi

## Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaali

Ville-Pekka Valve

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2018  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Insinööri (AMK), Rakennustekniikan koulutusohjelma

Jyväskylän ammattikorkeakoulu  
JAMK University of Applied Sciences

Tekijä(t) Valve, Ville-Pekka	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä tammikuu 2018
	Sivumäärä 59	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaali</b>		
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Hannu Haapamaa		
Toimeksiantaja(t) Parma Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tarkoitus oli valmistaa Parma Oy:n Uuraisten tehtaan ontelolaattalinjan käyttöön uusi työnopastusmateriaali ontelo- ja kuorilaattojen valmistukseen. Tarve tälle uudelle materiaalille oli suuri, koska tehtaan entinen materiaali on alun perin tehty toisen tehtaan käyttöön. Haluttiin siis työnopastusmateriaali, joka vastaa nimenomaan Parma Oy:n Uuraisten tehtaan tapaa valmistaa laattoja. Materiaalia on tarkoitus käyttää lähinnä uusien työntekijöiden perehdytyksessä, joten heidän lähtötietonsa otettiin työssä mahdollisimman hyvin huomioon. Materiaalin on tarkoitus toimia myös vanhempien työntekijöiden muistilistana.</p> <p>Materiaali työhön kerättiin syksyn 2017 aikana seuraamalla laattojen valmistusta, tutustumalla aiheen kirjallisuuteen ja haastattelemalla työntekijöitä ja tehtaan aiempaa työnjohtajaa.</p> <p>Työn tuloksena valmistui Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaali, eli kokoelma työnopastuskortteja. Kukin kortti kertoo valmistuksesta yhden työvaiheen mahdollisimman tarkasti muutamalla lauseella. Kukin kortti sisältää myös kyseisen työvaiheen työturvallisuuden ja laatuun liittyvät tekijät.</p> <p>Työn johtopäätöksenä huomattiin, kuinka vaikea oli pyrkiä kuvaamaan yhtä työvaihetta mahdollisimman lyhyesti, mutta samalla mahdollisimman tarkasti. Samaan aikaan ymmärrettävällä kielellä, mutta kuitenkin teknisen virallisesti.</p> <p>Työ haluttiin työn tilaajan puolesta salata liike- ja ammattisalaisuuksiin vedoten, joten opinnäytetyön raportissa ei kerrota ontelo- ja kuorilaattojen valmistuksesta niin yksityiskohtaisesti kuin Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaalissa, vaan lähinnä yleisellä tasolla.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) ontelolaatta, kuorilaatta		
Muut tiedot <i><b>Liite 1 on salassa pidettävä, ja se on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liike- tai ammattisalaisuus. Salassapitoaika viisi (5) vuotta, salassapito päättyy 22.9.2022.</b></i>		

Author(s) Valve, Ville-Pekka	Type of publication Bachelor's thesis	Date January 2018
	Number of pages 59	Language of publication: Finnish
		Permission for web publication: x
Title of publication <b>Work instruction material for production line of hollow-core slabs</b>		
Degree programme Civil Engineering		
Supervisor(s) Haapamaa, Hannu		
Assigned by Parma Oy		
<p>Description</p> <p>The purpose of this study was to create work instruction material for the production line of hollow-core and shuttering slabs. The material was made for the use of hollow-core slab production line of Parma Oy Uurainen factory. The need for the material was great because the former material had originally been made for the use of another factory and there were small differences in the way of making the slabs compared to Parma Oy Uurainen factory. The company needed customized material for the use of Uurainen factory. The material will be primarily used for orientation of new employees and for the more experienced employees as a check list.</p> <p>The material for the work was collected during the autumn 2017 by monitoring the cast process, reading the topic-related literature and interviewing the former foreman of the factory.</p> <p>The study resulted in the Work instruction material for production line of hollow-core slabs. The study is a collection of work instruction cards with each card explaining the instructions of the work phase with few sentences and essential safety and quality points.</p> <p>As conclusion, it was noticed how hard it was to describe one phase of the work with just a few sentences but as accurately as possible.</p> <p>The assigning company wanted a confidential study; therefore the thesis describes the production of the hollow-core and shuttering slabs in general, -whereas the instruction material is as detailed as possible.</p>		
<p>Keywords (<a href="#">subjects</a>)</p> <p>hollow-core slab, shuttering slab</p>		
<p>Miscellaneous</p> <p><i>Appendix 1 is confidential and has been removed from the public thesis. Grounds for secrecy: Act on the Openness of Government Activities 621/1999, Section 24, 17: business or professional secret. Period of secrecy is five years and it ends 22.9.2022.</i></p>		

## Sisältö

1	Johdanto.....	3
2	Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaali.....	4
3	Ontelolaatat ja kuorilaatat.....	4
3.1	Ontelolaatat ja kuorilaatat .....	4
3.2	Ominaisuudet ja toiminta.....	7
3.3	Asennus .....	11
4	Työturvallisuus .....	14
4.1	Työturvallisuus tuotannossa.....	14
4.2	Työhyvinvointi ja työterveys.....	15
5	Betoni.....	16
5.1	Betoni yleisesti.....	16
5.2	Ontelolaattabetoni .....	17
6	Koneet ja välineet .....	17
7	Valuprosessi .....	18
7.1	Valuprosessi.....	18
7.2	Aloittavat työt ja jännitystyö .....	19
7.3	Valun aloitus .....	20
7.4	Valun eteneminen ja lopetus .....	21
7.5	Kylpyhuonelaatat.....	22
7.6	Eristelaatat.....	23
7.7	Kolot, reiät, varaukset ja nostoelimet .....	23
7.8	Purkaminen ja kuormaaminen .....	24
7.9	Kuorilaatan valmistus .....	25
8	Mittatoleranssit ja laadunvarmistus .....	26
8.1	Laadunvarmistus.....	26
8.2	Mittatoleranssit .....	28
8.3	Yleisimmät virheet toteutuksessa .....	29
9	Pohdinta .....	32
	Lähteet.....	34
	Liitteet .....	36

## Kuviot

Kuvio 1. Eri laattatyypin poikkileikkaukset.....	5
Kuvio 2. Kuorilaatan poikkileikkaus.....	6
Kuvio 3. Parvekkeen kannatus laatasta.....	7
Kuvio 4. Jännityksen periaate.....	8
Kuvio 5. Mahdolliset reikien sijainnit tummennelle alueelle.....	10
Kuvio 7. Ontelolaattakuormia .....	11
Kuvio 8. Ontelolaatan nosto.....	12
Kuvio 8. Ontelolaatan liitos seinäelementtiin. S-Pistekolo .....	14
Kuvio 9. Ontelolaatan valukone .....	18
Kuvio 10. Punosten lukitseminen alustan päähän .....	20
Kuvio 11. Parma Oy:n valmistustoleransseja .....	29

# 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli valmistaa Parma Oy:n Uuraisten tehtaan käyttöön ontelo- ja kuorilaattalinjojen työnopastusmateriaali. Tarve tälle materiaalille oli suuri, koska aiempi työnopastusmateriaali oli alun perin tehty toisen tehtaan tarpeisiin eikä suurelta osin vastannut nimenomaan Uuraisten tehtaan tapaa mm. varastoida laattoja. Parma Oy:n toivomuksena oli kuitenkin, että varsinainen työnopastusmateriaali salataan liikesalaisuuksiin vedoten, joten tämä materiaali on tässä opinnäytetyössä mukana salattuna liitteenä.

Tästä johtuen tämä opinnäytetyö käsittelee ontelo- ja kuorilaatan valmistusta yleisellä tasolla teorian ja käytännön kannalta. Työssä käsitellään myös työturvallisuutta ja siihen liittyvää työterveyttä, koska ne ovat tuotannon jokapäiväisiä huomionkohteita. Ontelo- ja kuorilaatoista käsitellään myös niiden asennusta, koska se selventää oleellisesti laattojen käyttötarkoitusta.

Parma Oy nykymuodossaan on vuonna 1993 perustettu yritys. Alun perin sen nimi oli Partek Betonila ja viisi vuotta myöhemmin 1997 yritys yhdistyi Puolimatkan kanssa, jonka jälkeen yrityksen nimeksi muuttui Parma Betonila. Vuonna 2003 yhtiö muutti nimensä lyhyempään versioon Parma Oy. Nykyään Parma Oy kuuluu kansainväliseen Consolis-konserniin, jolla on toimintaa 30 maassa ympäri maailman. (Parma n.d.)

Parma Oy on suurin betonielementtien valmistaja Suomessa. Yrityksellä on yhdeksän elementtitehdasta ympäri Suomea ja työntekijöitä vuonna 2016 oli noin 600. Uuraisten tehtaalla työntekijöitä on hieman yli 50. Tehtaalla valmistetaan runkotuotteita: teräsbetonipilareita ja -palkkeja, TT- ja HTT-laattoja, jännebetonituotteita, törmäyskaiteita ja esijännitettyjä laattoja: ontelo- ja kuorilaattoja. (Parma n.d.)

## 2 Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaali

Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaali on fyysisesti kokoelma työvaihekortteja, joissa jokaisessa kerrotaan kyseessä olevan työvaiheen työnopastus, työturvallisuustekijät ja laatutekijät. Materiaalia käytetään uusien työntekijöiden perehdytykseen, jossa heille kerrotaan oleelliset asiat työstä ja työturvallisuusseikoista. Samalla materiaali toimii muistilistana vanhemmille työntekijöille esimerkiksi mittatiedoissa.

Materiaali kertoo käytännössä yksityiskohtaisesti, kuinka ontelo- ja kuorilaatta valmistetaan, ja mitä seikkoja tulee ottaa huomioon, että työ voidaan tehdä turvallisesti ja laadukkaasti.

Materiaali Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaaliin on kerätty syksyn 2017 aikana seuraamalla ja havainnoimalla valuprosessia, sekä haastatteleamalla aiempaa työnjohtajaa ja työntekijöitä. Lähdetietona käytettiin aiempaa työnopastusmateriaalia ja tämän opinnäytetyön lähteissä mainittavia lähteitä, esimerkiksi standardeja.

Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaali on sijoitettu tämän opinnäytetyön liitteeseen 1. Liite 1 on salattu työn tilaajan toivomuksesta ammattisalaisuuksiin vedoten.

## 3 Ontelolaatat ja kuorilaatat

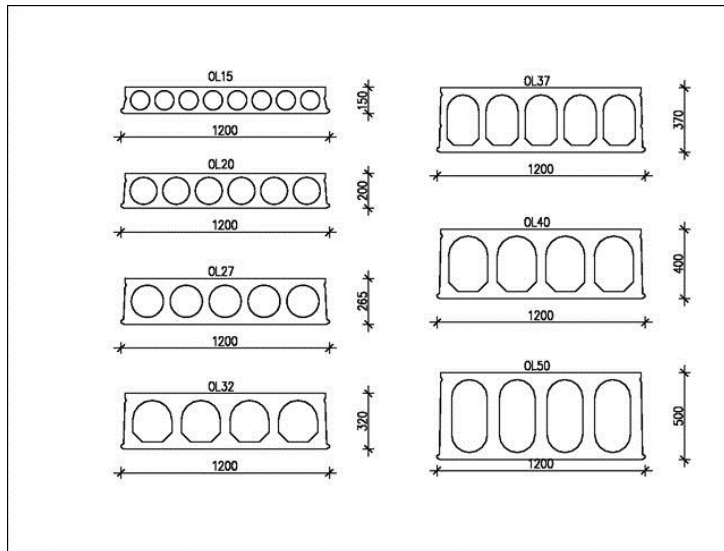
### 3.1 Ontelolaatat ja kuorilaatat

#### **Ontelolaatat**

Ontelolaatta on esijännitetty betonielementti, joka on korkeudeltaan vakio. Sen sisällä on nimenmukaisesti pitkittäissuuntaisia tyhjiöitä, joita kutsutaan onteloiksi. Onteloiden määrä, koko ja sijainti vaihtelevat laattatyypin mukaan. Ontelot ovat poikkeukseltaan vakioita. Leveydeltään ontelolaatta on 1200 mm leveä. Sitä on tehty

leveämpänäkin, mutta tällöin sen täytyy sisältää poikkitausraudoitus. (SFS-EN 1168:2012, 8.)

Eri ontelolaattojen poikkileikkauksia havainnollistetaan kuviossa 1.



Kuvio 1. Eri laattatyypin poikkileikkaukset (Ontelolaatat n.d.)

Ontelolaatat ovat elementtiteollisuuden yleisimpiä elementtejä. Niitä käytetään teollisuus-, liike- ja asuinrakentamisessa rakennusten ala-, väli- ja yläpohjiin. Ontelolaattoja valmistetaan tietyissä vakiopaksuuksissa 150 mm – 500 mm, jolloin ne soveltuvat hyvinkin monenlaiseen tarkoitukseen. Pienempiä kokoja käytetään yleisesti pientalorakentamiseen tai paksumpien laattojen vieressä kylpyhuonesyvennyksinä. Paksumpia laattoja esimerkiksi 320 mm tai 370 mm paksuja laattoja käytetään yleisesti kerrostalorakentamisessa, koska niillä pystytään kohtuulliseen pituiseen jänneväliin ja massan ja paksuuden puolesta nämä laattatyypit täyttävät nykyiset ääneneristysvaatimukset. Paksumpia laattoja (400 mm – 500 mm) käytetään lähinnä paikoissa, joissa tarvitaan todella pitkää jänneväliä ja alueella on suuria kuormia esimerkiksi pysäköintitaloissa, silloissa ja pihakansissa. (Ontelolaatat. n.d.)

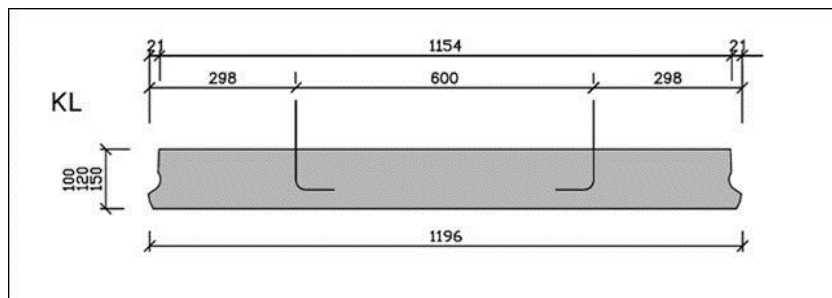
Ontelolaattojen merkitseminen tapahtuu etuliitteillä, korkeutta kuvaavalla lukemalla ja jälkimäisellä merkillä. Ontelolaattojen korkeutta kuvaava luku on 10 mm kerrannainen, esimerkiksi 370 mm korkea laatta on 37. Ontelolaattaa yleisesti kuvaa etuliite



O tai vaihtoehtoisesti valmistajan oma kirjain, esimerkiksi Parmalla P. Laattaan voi tulla myös muita etuliitteitä ja jälkiliitteitä, esimerkiksi 2P37K on 370 mm korkea kylpyhuonesyvennyksellinen palolaatta.

### Kuorilaatat

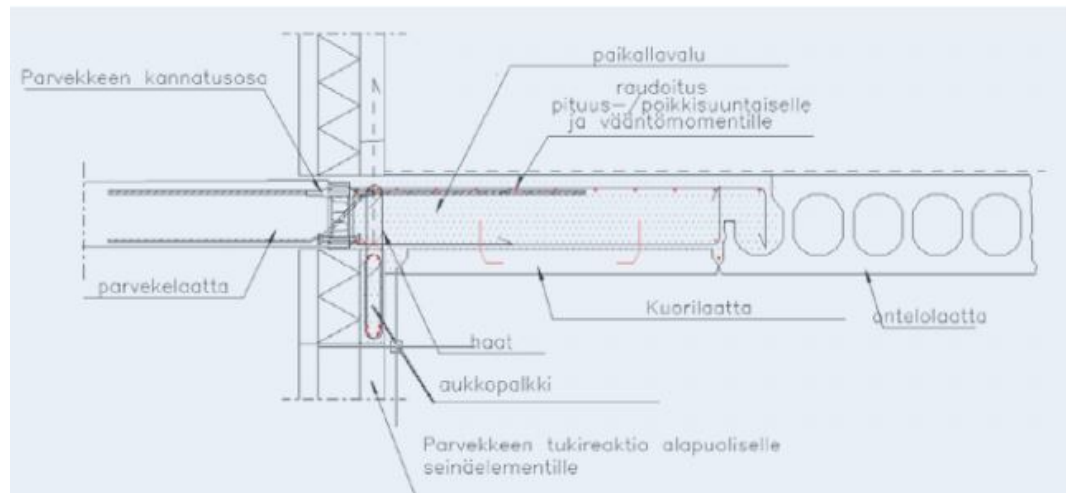
Kuorilaatat ovat raudoitettuja tai esijännitettyjä betonielementtejä niin kuin ontelolaatatkin. Kuorilaatta on ontelolaatasta poiketen massiivilaatta, joten siinä ei ole onteloita. Kuorilaatta on lähes aina varustettu ansailla, joiden tarkoitus on toimia tulevan liittolaatan raudoitteena tai nostoeliminä. Kuorilaattaa on tarkoitus käyttää muottirakenteena sen yläpuolelle valettavaan paikallavalulaattaan, ja kuorilaatan raudoitus toimii joka kokonaan tai osittain valmiin liittorakenteen pääraudoituksena. Kuorilaatan poikkileikkausta on havainnollistettu kuviossa 2. (SFS-EN 13747: 2010, 11.)



Kuvio 2. Kuorilaatan poikkileikkaus (Kuorilaatat n.d.)

Kuorilaatoista tehty laatasto soveltuu ala-, väli- ja yläpohjiin. Yleisesti niitä käytetään kohteissa, joissa tarvitaan tilaa lattiarakenteessa esimerkiksi talotekniikalle. Sitä käytetään myös suuresti varasto-, pysäköintitalo-, teollisuus- ja asuntorakentamisessa. Kuorilaattaa käytetään paljon myös ontelolaataston kanssa paikoissa, joissa tarvitaan esimerkiksi tilaa asennuksille lattiassa, esimerkiksi kylpyhuonelaatan vaihtoehtona. Kuorilaattaa voidaan käyttää ontelolaataston kanssa parvekelaatan vieressä, jolloin parvekelaatan kannatus toteutetaan kuorilaatan pintavalun kautta ontelolaatan onteloon, kuten kuviossa 3 havainnollistetaan. (Parman kuorilaatatot, suunnitteluohje 2012, 3.)

Kuorilaattojen merkitseminen tapahtuu etuliitteellä KL. Seuraavat luvut kertovat kuorilaatan paksuuden ja rakenteen lopullisen paksuuden pintalaatan kanssa. Esimerkiksi KL120/220 tarkoittaa 120 mm vahvuista kuorilaattaa, jonka päälle valetaan 100 mm paksu pintalaatta.



Kuvio 3. Parvekkeen kannatus laatastosta (Parma kuorilaatastot 2012, suunnitteluhje, 3)

## 3.2 Ominaisuudet ja toiminta

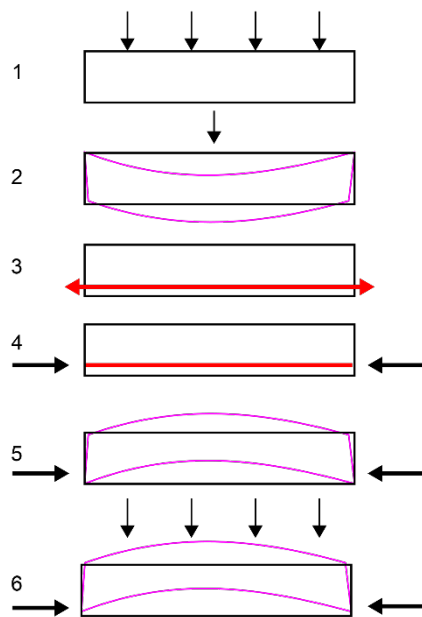
### Jännitys

Kuten edellä mainittu, ovat ontelolaatat ja kuorilaatat esijännitettyjä rakenteita. Niiden pääraudoitus koostuu osittain tai kokonaan alapinnan jännepunoksista. Laatat on suunniteltu toimimaan siten, että valmiina rakenteena, kun laatat on asennettu ja saumattu, ne toimivat yhtenäisenä saumattuna levyrakenteena. Tällöin laatasto jakaa tehokkaasti viiva- ja pistekuormat, kun laattojen poikittainen laajeneminen on estetty. (Parma ontelolaatastot, suunnitteluhje 2013, 25.)

Esijännitys toteutetaan siten, että jännityspunokset levitetään valualustalle, lukitaan päistään kiinni ja jännitetään haluttuun jännitykseen. Tämän jälkeen laatat valetaan punosten päälle, ja kun betoni lujuus on riittävä (laukaisulujuus), voidaan punokset katkaista ja jännitys päästää. Tällöin punosten jännitys siirtyy betoniin punosten tar-

tunnan välityksellä. Jännitys aiheuttaa laatan kaareutumisen ylöspäin, mikä mahdollistaa laatoille pitkän jännevälin ja siten taloudellisen vaihtoehdon paikallavalulautalle. (Ilveskoski 2012, 159.)

Jännityksen periaatetta on havainnollistettu kuviossa 4. Kuviosta myös näytetään, mikä ero on jännittämättömällä ja jännitetyllä rakenteella.



Kuvio 4. Jännityksen periaate (Ilveskoski 2012, 159)

### Ontelolaatat

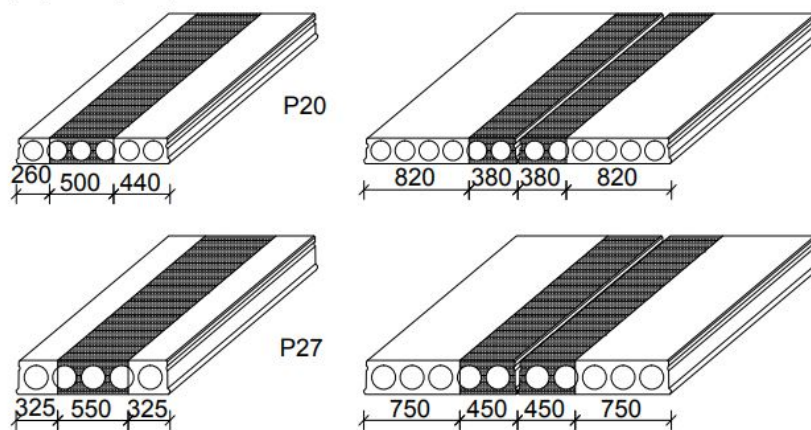
Ontelolaatoissa on laatan sisällä laattaa keventäviä onteloita. Ontelot ovat vakioleveyisiä ja niiden välissä kulkee onteloiden suuntaisesti uumia, jotka ottavat vastaan puristusta ja leikkausta. Onteloiden kautta myös voidaan toteuttaa helposti LVIS-asennuksia, jos niitä tarvitsee tehdä laatan suuntaisesti. (SFS-EN 1668:2012, 9.)

Ontelolaatta normaalisti valmistettuna täyttää palonkestoluokan REI60, tällöin jännityspunosten suojabetonipaksuus on 30mm. Laatat pystytään tekemään myös suuremmilla palonkestävyysvaatimuksilla. Niin kutsutussa palolaatassa jännityspunok-

silla on suojabetonipaksuutta laatan alapintaan 50 mm ja tällöin laatan palonkestävyys on REI120. Laattatunnus saa tällöin lisämääreen 2 eli esimerkiksi 320 mm paksuisen ontelolaatan tunnus on 2P32. Suurempiakin palonkestoajoja laatoilla on mahdollista saavuttaa, mutta tällöin se vaatii ulkoisen paloeristeen, joka on asennettava työmaalla; esimerkiksi palonsuojalevyn. (Parma ontelolaatatot, suunnitteluohje 2013, 13.)

Yleisesti asuinkerrostaloissa käytetyt laattatyypit P37 ja P32 ovat varsinkin pintabetonoina riittävän massiivinen rakenne täyttämään nykyisten rakennusmääräysten vaatimat askel- ja ilmajärjeneristävyyden kriteerit. (Parma ontelolaatatot, suunnitteluohje 2013, 5).

Ontelolaattoihin on mahdollista tehdä reikiä, kolouksia ja syvennyksiä. Osa rei'istä voidaan toteuttaa laatan valuvaiheessa jo tehtaalla. Osa rei'istä voidaan tehdä vasta laataston saumauksen jälkeen työmaalla. Laatan turvallinen nosto ja asennus määrävät voidaanko reikä tehdä tehtaalla vai myöhemmin työmaalla. Esimerkiksi laatan päihin on jätettävä minimissään 900 mm ehjää nostourallista reunaa, jotta laatan saksinosto olisi mahdollinen, muussa tapauksessa laatta on varustettava nostoelimin. Mikäli reikä on sellainen, että se voidaan tehdä osittain tehtaalla, mutta nostoturvallisuuden takia ei kokonaan, reiän osa tehdään tehtaalla ja loppuosa merkitään laatan pintaan nostokannaksena, joka sahataan tai piikataan työmaalla. Reikien tekemiseen on olemassa kattava rei'itysohje, jonka mukaan rakennesuunnittelija suunnittelee reikien sijainnit. Kuviossa 5 havainnollistetaan rei'itysohjeen mukaisia reikien paikkoja. (Ontelolaataston suunnitteluohje 2012, 5-17.)



Kuvio 5. Mahdolliset reikien sijainnit tummennetulle alueelle

### Kuorilaatta

Kuorilaatta toimii liittorakenteena yhdessä sen päälle valettavan pintalaatan kanssa. Kuorilaatan esijännityksellä saadaan aikaan se, että muottipintana toimivaa kuorilaattaa ei välttämättä tapauskohtaisesti tarvitse työnaikaisesti tukea, millä saavutetaan kohteesta riippuen merkittäviä säästöjä. Se voidaanko rakenne toteuttaa ilman työnaikaista tuentaa, määrää aina rakennesuunnittelija. (Parma kuorilaatatot, suunnitteluohje 2012, 7).

Kuorilaattarakenteella saavutetaan yleensä sama palonkesto aika kuin vastaavalla massiivilaattarakenteella. Normaalisti tehdyillä kuorilaatoilla palonkestoluokka on REI60. Mikäli kohteeseen vaaditaan suurempaa palonkestoluokkaa, punoksia saatetaan joutua nostamaan, mikä voi johtaa paksumpaan kuorilaattaan. Suurempia palonkestoluokkia on mahdollista saavuttaa ulkopuolisella paloeristyksellä. (Parma kuorilaatatot, suunnitteluohje 2012, 5.)

Kuorilaatasto toimii saumattuna samaan tapaan kuin vastaava ontelolaatasto. Saumattuna ja pintabetonoituna kyseessä on levyrakenne, joka jakaa yksittäisen laatan kuormituksen koko laatastolle. (Parma kuorilaatatot, suunnitteluohje 2012, 11.)

### 3.3 Asennus

Ontelolaattakuormat tehdään jo tehtaalla siihen järjestykseen, jossa ne asennetaan. Tällä pyritään siihen, että työmaalla ei tarvitse välivarastoida laattoja, vaan ne saadaan tehokkaasti asennukseen suoraan kuormasta. (Huhtiniemi & Kiviniemi 1992, 136.)



Kuvio 6. Ontelolaattakuormia

Kuormat tehdään valmiiksi tehtaalla, mistä kuljetusliikkeet noutavat ne ja kuljettavat työmaalle. Kuviossa 6 havainnollistetaan kuormien varastointia. Jotta kuormat saadaan ehjänä työmaalle, täytyy kuormat sitoa oikein. Sidonnan osalta suositellaan, että laattanipun etuosa sidotaan kahdella ketjulla ristisidontaan, ja nipun takaosa suoralla ylisidonnalla. Jos kyseessä on kuorilaattoja, joissa on nostolenkkejä, viedään ketjut lenkkien läpi. Näillä sidotaan käytännössä vain ylin laatta kiinni alempaan laattaan, alemmat kestävät paikoillaan puristuksen ja kitkan ansioista. (Betonielementtien kuljetusohje 2008, 17.)

Ontelo- ja kuorilaattojen nostot ovat hyvinkin oleellinen osa elementtien asennustyötä. Ontelolaatat nostetaan aina valmistajan toimittamilla nostovälineillä, eli tehdas toimittaa työmaalleen ontelolaattasakset varusteineen ja muut laattojen nostoapuvälineet. (Palolahti, Lahtinen & Mäki 2010, 25.)



Kuvio 7. Ontelolaatan nosto

Kuormaa purettaessa nostosakset asetetaan laatan nostouraan tiiviisti noin 200 mm - 750 mm päähän laatan molemmista päistä. Nostoissa käytetään aina turvaketjua. Turvaketju tulee asentaa saksien kohdalta laatan ympäri kokonaisuudessaan. Turvaketju ja nostosakset näkyvät hyvin kuviossa 7, jossa laatan nostoa kuvataan. Turvaketju pitää asentaa ennen laatan nostoa tai jos se ei ole mahdollista, niin viimeistään, kun laatta on 100 mm korkeudessa. Turvaketju kiristetään ja varmistetaan sen lukitus. Turvaketju pitää asentaa siten, että sen saa turvallisesti irti myös laattaa irrotettaessa. (Palolahti, Lahtinen & Mäki 2010, 31.)

Kuorilaatat nostetaan aina ansaistaan. Paitsi, jos kyseessä on kavennettu laatta, se nostetaan tällöin valmistajan ohjeiden mukaan. Vinoon asennettavat laatat täytyy varustaa nostolenkeillä ja ne nostetaan aina nostolenkeistään. (Palolahti, Lahtinen & Mäki 2010, 32.)

Ennen laattojen nostoa, laattojen paikat on mitattu oikeille kohdilleen ja merkitty. Tämän jälkeen laattoja aletaan nostaa paikoilleen. Laattojen alapinnat tasataan samaan tasoon asennuspaloilla. Nämä asennuspalat voivat olla tehty neopreenista tai metallista. Mikäli käytetään metallista asennuspalaa, täytyy sen olla ruostumatonta materiaalia tai sitten on varmistuttava, että laataston saumavalu on riittävän syvä,

jotta asennuspalalla on riittävä suojabetonin määrä. Muussa tapauksessa on mahdollista, että metallinen asennuspala ruostuu valetun sisällä. (Ratu 0389: 2012, 7-8.)

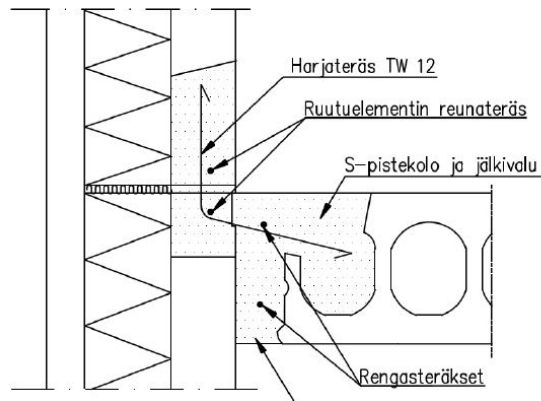
Kun laatta on saatu nostettua asennuspaikalleen, sen turvaketju poistetaan aikaisintaan 100 mm korkeudella asennuspaikastaan. Laatta asetetaan oikealle paikalleen asennuskangilla ja ennen nostolaitteiden irrottamista täytyy varmistua, että laatalle on sen tarvitsema riittävä tukipinta tuella. Laatat taipuvat eri tavalla riippuen punostuksesta. Tätä laattojen alapinnan hammastusta pyritään vähentämään asennuksen aikaisilla tuennoilla, jolloin laattoja tuetaan alapinnastaan samaan tasoon. Tämän jälkeen laattoihin tehdään työmaalla tehtävät reiät valmistajan ja rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan. (Ratu 0389: 2012, 7-8.)

Laattojen paikalleen asennuksen jälkeen laatasto saumataan. Ensin asennetaan rengsaudoitus laataston reunoihin ja laattasaumoihin rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaisesti. Saumojen alapinnat ja laataston nurkat muotitetaan ja saumat valetaan tarkoitukseen sopivalla betonimassalla. Riippuen laatan pintavalusta tai tasoitteesta, saumat valetaan joko täyteen tai jätetään vajaaksi. (Ratu 0389: 2012, 9-10.)

Laataston saumauksen jälkeen täytyy varmistaa laattojen vesireikien aukiolo. Vesireiät mahdollistavat onteloihin joutuneet veden poistuminen ennen kuin rakentamistavaiheen sisätyövaihe alkaa. Vesireiät porataan laattojen päihin etukäteen tehtaalla, mutta lisävesireikien tekeminen kuuluu työmaalle. (Parma ontelolaatastot, suunnitteluohje 2013, 5.)

Laataston reunaan tulevat laatat saatetaan sitoa viereiseen seinäelementtiin kiinni. Yleensä tällainen sidonta toteutetaan joko s-pistekoloilla tai pasi-lenkeillä. S-piste koloa havainnollistetaan kuviossa 8 ja toteutetaan siten, että laatan reunaan tehdään vakiokokoinen 150x150 mm syvennys ja sen kautta laatan onteloon viedään seinäelementin raudoitus. Pasi-lenkeillä seinäelementissä ja ontelolaatassa on samankaltaiset lenkit, joiden läpi viedään raudoitus, joka sitoo elementit toisiinsa. Molemmissa tapauksissa laatan ja seinäelementin sauma raudoitteineen jälkivaletaan umpeen. (Parma ontelolaatastot, suunnitteluohje 2013, 23-24.)





Kuvio 8. Ontelolaatan liitos seinäelementtiin. S-Pistekolo (Parma ontelolaatastot, suunniteluohje 2013, 24)

## 4 Työturvallisuus

### 4.1 Työturvallisuus tuotannossa

Työturvallisuuslain ensisijainen tarkoitus on suojella työntekijää tapaturmilta, ammattitaudeilta ja haitoilta, parantaa ja kehittää työympäristöä sekä olosuhteita, joissa työtä tehdään, jotta työntekijän kyky tehdä työtä on turvattu. (Työturvallisuuslaki 738/2002 1§.)

Tämä käytännössä jo itsessään tarkoittaa, että kaikki työturvallisuusseikat otetaan huomioon jokaisessa työtehtävässä. Työturvallisuuslaissa myös määrätään, että työnantajalla on huolehtimisvelvollisuus, joten työnantaja vastaa työturvallisuusasioista työpaikalla. Työnantaja on velvollinen perehdyttämään työntekijänsä, selvittämään vaarat, ehkäisemään ne ja toimittamaan työturvallisuuteen liittyvät tarvikkeet. (Työturvallisuuslaki 738/2002 8§.)

Tuotannossa tehdään paljon samankaltaista, päivittäin toistuvaa työtä. Tässä on riskinä, että työntekijä turtuu tekemäänsä työhön ja alkaa ottaa tietoisia ja tiedostamattomia riskejä. Koska työskennellään suurten ja painavien elementtien, liikkuvien koneiden ja vaarallisten työvaiheiden parissa, riskinotto muuttuu vaaralliseksi. Ennen

pitkää tällä tavalla työtä tehdessä tapaturman syntyminen muuttuu hyvin todennäköiseksi. Tämä on mielestäni suurin syy, joka tuotannossa aiheuttaa tapaturmia. Mikäli pyritään tavoitteeseen 0 tapaturmaa, työntekijän täytyisi työskennellä siten, että työturvallisuutta ajatellaan aina ensisijaisesti.

Näiden johdosta työturvallisuus on yksi Ontelolaattahallin työnopastusmateriaalin (liite 1) pääteemoista. Liite 1 on kirjoitettu siten, että jokainen työvaihe pyritään selvittämään yhdellä sivulla, jolla otetaan aina myös kantaa aiheen työturvallisuuteen.

## 4.2 Työhyvinvointi ja työterveys

Työhyvinvointi ja työterveys kuuluvat oleellisena osana työturvallisuuteen, koska ne mainitaan jo työturvallisuuslain ensimmäisessä pykälässä. Pykälässä veloitetaan ehkäisemään ja torjumaan fyysisiä ja henkisiä haittoja terveydelle. (Työturvallisuuslaki 738/2002 1§.)

Työterveys liittyy olennaisesti työturvallisuuteen. Jos työ aiheuttaa haittaa työterveydelle, se ei ole työturvallista. Terveyden ylläpitoon tuotantotiloissa kiinnitetään huomioita henkilökohtaisin suojaimin. Työtilat ovat pölyisiä, meluisia ja työasennot toisinaan epäergonomisia. Henkilökohtaisilla suojaimilla ja oikealla työnopastuksella pystytään turvaamaan työterveyttä ja ehkäisemään vammoja ja sairauksia.

Työterveys otetaan huomioon Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaalissa lähinnä ohjeina, mitä suojaimia käytetään ja miksi, ja missä työvaiheessa pitää huomioida ergonominen työasento tai työtapa, joka ei tuota esimerkiksi pölyä niin paljon.

Työhyvinvointi on osa työterveyttä ja sitä myöten myös työturvallisuutta. Hyvinvoiva työntekijä on yritykselleen tuottava ja tärkeä työntekijä. Työntekijä kykenee huippusuorituksiin, kun hän on oikein motivoinut, innostunut ja häntä kuormitetaan oikealla tavalla. Tämä on palkitsevaa sekä työntekijälle että luonnollisesti myös yritykselle. Kuitenkin, mikäli työntekijää kuormitetaan liikaa, hän väsyä eikä pysty samankaltaisiin suorituksiin. Tällöin onkin mielestäni hyvin tärkeä ymmärtää, mikä luo positiivista

painetta työntekijälle. Positiivista painetta luo mm. riittävä vastuu, työn moninaisuus, riittävän tiukat aikarajat ja merkitykselliset tavoitteet. (Manka ja Manka. 2016. 6.4.)

Hyvä työntekijöiden ryhmäkemia on merkittävä työhyvinvoinnin lisääjä. Kun työntekijöillä on työssä hyvä olla, on hän työntekoon oikein motivoitunut. Näitä asioita pyrin ottamaan Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaalissa huomioon siten, että uudelle työntekijälle tarjotaan heti alussa perustiedot kaikista hallin työtehtävistä. Aluksi työntekijä todennäköisesti työskentelee vain yhdessä työtehtävässä, mutta ajan myötä työnkuva monipuolistuu muilla työtehtävillä ja työn moninaisuus lisääntyy.

## **5 Betoni**

### **5.1 Betoni yleisesti**

Betoni on käytännössä keinotekoinen kivi. Sen tärkeimpiä osa-aineita ovat sementti, vesi ja runkoaine. Kun osa-aineet sekoitetaan keskenään, syntyy hydrataatioreaktio, joka johtaa betonin kovettumiseen. Betoni pysyy kovettuneena, vaikka se joutuisi uudelleen tekemiseen veden kanssa. Perusosa-aineiden määrää säätelemällä betoni-massasta saadaan työstettävyydeltään ja ominaisuuksiltaan sellaista kuin tarvitaan. Sementti on perusosa-aineista oleellisin, koska se muodostaa sementtiliiman runko-aineen ja raudoituksen välille. Runkoaine eli kiviaines puolestaan on erikokoisia kivirakeita, yleensä enimmillään 16mm halkaisijaltaan. (BY 65. Betoninormit 2016. 2016. 28.)

Betoniin voidaan sekoittaa myös muitakin seosaineita, jotka esimerkiksi notkistavat massaa, kiihdyttävät sen kovettumista ja niin edelleen. Tällaisia seosaineita ovat muun muassa lentotuhka, silika ja masuunikuona. Betonimassaan voidaan myös lisätä kuituja, jotka ovat metallilankaa. Nämä parantavat valmiin betonin puristus- ja vetolujuutta (BY 65. Betoninormit 2016. 2016. 29-30.)

## 5.2 Ontelolaattabetoni

Ontelo- ja kuorilaattoihin käytettävä betoni on koostumukseltaan hyvinkin kuivaa niin kutsuttuun ”märkään” betoniin verraten. Normaali betoni on notkeaa ja vaatii kiinteän muotin pysyäkseen kasassa. Ontelo- ja kuorilaattaan käytettävä betoni sen sijaan on maakostea ja muistuttaakin silminnähden enemmän soraa kuin normaalia betonia. Sen toki täytyykin olla koostumukseltaan jäykkää, koska valukoneen tekemän työn jälkeen sen täytyy pysyä muodossaan ilman ulkoista muottia. Välittömästi valun jälkeen laatan päällä voi jo kävellä. Laattaelementteihin käytetään tavallisesti C40-C70 lujuuden omaavaa betonia. (Ontelolaatat. n.d.)

## 6 Koneet ja välineet

Ontelo- ja kuorilaatan valuissa käytetään tähän tarkoitukseen nimenomaisesti räätälöityjä koneita. Koneet liikkuvat pääsääntöisesti valualustan reunoilla kulkevilla kiskoilla. Kuviossa 9 havainnollistetaan ontelolaatan valukonetta.

Ontelolaatan valukone toimii siten, että koneeseen tuodaan betonia ja kone täryttää ja tiivistää betonimassan halutunlaisen laatan muotoon. Kuorilaatan valukone toimii samalla toimintaperiaatteella. Laattasahalla laatat katkaistaan määrämittäiseksi ja laattoja voidaan kaventaa tai leikata vinosti. Nämä ovat pääasialliset työkoneet, joita laattojen valmistuksessa tarvitaan.

Muita valuprosessissa tarvittavat työkoneita ovat mm. kylpyhuonekone ja kolokone. Kylpyhuonekoneen tarkoitus on tehdä laattoihin kylpyhuonesyvennykset. Koneessa on siis prässä, jolla laatan pintaa tiivistetään halutun korkuiseksi. Kolokonetta käytetään laattoihin suunniteltujen kolojen ja syvennysten tekemiseen. Koneessa on mekaaninen varsi, joka kaivaa reiät laattaan.



Kuvio 9. Ontelolaatan valukone

Valussa käytettävien koneiden huolto ja peseminen ovat hyvin oleellisia asioita valmiin tuotteen laadun kannalta. Esimerkiksi valmiissa laatassa oleva virhe voi johtua mm. huonosta massasta, mutta pääasiallisesti jokin osa valukoneessa ei toimi niin kuin sen pitäisi ja valmistusvirhe johtuu tästä. Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaalissa koneiden huolto ja pesu ovat hyvinkin oleellisessa roolissa niiden tärkeyden takia.

## 7 Valuprosessi

### 7.1 Valuprosessi

Ontelolaatan valmistus tapahtuu liukuvaluna metalliselle valualustalle. Pääpiirteittäin valmistus alkaa punosten jännitystyöstä, jatkuu laatan valuna ja päättyy laatan katkaisuun ja kuormaamiseen. Seuraavassa kerrotaan yksityiskohtaisemmin valuprosessin eri vaiheet.

Valuprosessi ja sen yksityiskohtaiset vaiheet ovat Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaalin runko. Materiaalissa kerrotaan jokainen oleellinen työvaihe muutamalla lauseella mahdollisimman yksityiskohtaisesti.

## 7.2 Aloittavat työt ja jännitystyö

Valuprosessi alkaa valualustan puhdistamisella. Alustalta poistetaan edellisen valun jäljiltä jääneet hukkapalat, punoksen pätkät, alustalle jäänyt vesi, rasva ja muu lika. Tämä on kriittinen työvaihe sen takia, koska alustalle jäänyt lika, rasva tai kiinteät laatan palat jättävät jäljen tulevassa valussa olevan laatan alapintaan, jolloin laatu kärsii. Laatan alapinta yleisesti on ainoa loppukäyttäjälle näkyviin jäävä osa. Myös alustan puhdistamista voidaan ajatella työturvallisuustekijänä, koska kaikki ylimääräinen tavara alustalla voi aiheuttaa kompastumisvaaran ja jopa punosten rikkoutumisen, jolloin voi aiheutua vakavia vaaratilanteita.

Alustan puhdistamisen jälkeen alustan päälle levitetään muottiöljy, joka estää laattaa tarttumasta alustaansa. Sen jälkeen vedetään asiaankuuluvalla koneella punokset koko alustan matkalle. Suunnitelmista riippuen punoksia voi olla neljästä yli kahteenkymmeneen. Punokset asetellaan erilaisten punosohjainten avulla tietyille laattatyypille ominaiseen ”kuvioon”, jolloin punokset sijoittuvat laatan ala- ja yläpintaan kannaksien kohdalle.

Punokset kiinnitetään alustan molempiin päihin punoslukoilla, jotka estävät punoksen luistamisen alustan suuntaan. Kuviossa 10 näytetään, kuinka punokset lukitaan alustan pätyyn. Punoslukon täytyy toimia oikein, koska mikäli punoksia jännitettäessä punoslukko hajoaa, antaa periksi tai muuten päästää punoksen luistamaan alustaan päin, syntyy hengenvaarallinen tilanne. Tällöin jännittynyt punos pääsee vapaaseen liikkeeseen suurella nopeudella. Punoslukon toiminta varmistetaan siten, että jokaisen jännityskerran jälkeen lukko pestään, puhdistetaan ja tarkastetaan. Mikäli lukko on jollain tapaa vaurioitunut, se poistetaan käytöstä.



Kuvio 10. Punosten lukitseminen alustan päähän

Punokset jännitetään jännittämiseen tarkoitettulla laitteistolla. Punokset jännitetään yksi kerrallaan jännityskoneen tunkilla, joka vetää punosta suurella voimalla haluttuun jännitykseen. Vaihtoehtoisesti punokset jännitetään nippujännityksenä siihen tarkoitettulla koneella, jolloin koko punosnippu jännitetään kerralla.

Jännitystyössä on tarkat työturvallisuusmääräykset. Jännitystyö ilmoitetaan henkilökunnalle varoitusvaloilla ja varoitussäänellä. Jännitystyön ollessa käynnissä hallissa oleskelu on kokonaan kiellettyä. Vain jännitystyötä tekevät henkilöt saavat olla läsnä ja hekin jännityssuojan takana. Jännitystyön päätyttyä pidetään noin 5 minuutin mittainen tauko, jona aikana punokset voivat vielä virua. Vasta tämän jälkeen työskentely valualueella voidaan aloittaa. Jännitystyön aikana käytetään myös muita varusteita jotka tuovat lisäturvaa työn aikana ja sen jälkeen. Keskelle alustaa asennetaan jännitystyön ajaksi turvaketju punosten ympärille, joka pyrkii estämään mahdollisen punoksen vapaan liikkeen. Jännityssuojat sijoitetaan punosten taakse, joka estää punoksen liikkeen punoslukon läpi alustasta poispäin.

### 7.3 Valun aloitus

Punosten jännityksen jälkeen alkaa itse laatan valaminen. Alustan toiseen päähän asetetaan valukone ja valukoneen takaosaan aloitusvaste. Aloitusvaste on alustan päähän tuettu levy, jota vasten kone alkaa ”työntämään” betonia. Tällöin koneen liik-

keellelähtö helpottuu ja myös ensimmäinen laatta on laadullisesti hyvä. Ennen liikkeellelähtöä punokset asetellaan koneesta erilliseen tai koneen sisäiseen punosohjaimeen, jonka tarkoitus on ohjata punos oikealle paikalleen laatan sisässä.

Betoniasemalta tilataan betonia, joka tuodaan välikuljettimilla valukoneelle. Valukone puristaa betonin laataksi ja lähtee liikkeelle. Kone käytännössä ”kairaa” itseään betoniin, minkä voimalla se liikkuu eteenpäin.

Laadullisia seikkoja valun aloituksessa ovat oikeastaan sopivan kokoisen aloituspalan tekeminen ja koneen toiminnan seuranta. Aloituspala tarkoittaa valun alkupäässä olevaa hukkaa. Jännitystä purettaessa punokset katkaistaan ja punokset pyrkivät palautumaan jännittämättömään tilaan, jolloin ne pyrkivät luistamaan laatan sisällä alustan keskiosan suuntaan. Luonnollisesti tämä ilmiö on suurinta alustan molemmissa päissä, joten aloitus- ja lopetuspala ottavat vastaan tätä ilmiötä ja vähentävät punosluiston määrää ensimmäisessä ja viimeisessä laataksa.

#### 7.4 Valun eteneminen ja lopetus

Valun edetessä tehdään laattoihin suunnitelmien mukaiset reiät, kolot, varaukset ja muut varustelut.

Valun suorittaa valuryhmä, johon kuuluu työntekijöitä yleensä kaksi tai enemmän. Valettavan valuohjelman vaikeus määrää työntekijöiden määrän, jotta valaminen olisi mahdollisimman tehokasta. Esimerkiksi jos reikiä, koloja ja muita varusteita on valtava määrä, liian vähäisellä työntekijämäärällä reikien tekijät eivät pysy valukoneen perässä ja valukonetta on pysäytettävä säännöllisin väliajoin, jotta betonimassa ei ehdi kovettua. Tällöin valu on hidasta ja tehotonta.

Valuryhmä tarkkailee valun etenemistä jatkuvasti. Valukoneen toimintaa täytyy tarkkailla, jotta laatoista tulee laadukkaita. Lisäksi seurataan punosten sijoittumista laataksa, laatan korkeutta ja betonimassan laatua yhdessä betoniaseman kanssa.



Valun edetessä lähes alustan toiseen päähän, tulee ajankohtaiseksi valun päättäminen. Työntekijöiden täytyy yhdessä betoniaseman kanssa arvioida mahdollisimman tarkasti viimeisen betoniannoksen koko, jotta välttyään hukkaan menevältä betonilta. Kun valukone ajetaan tyhjäksi alustalle viimeisen laatan jälkeen, merkitään viimeisen laatan jälkeen riittävän kokoinen lopetuspala. Tämän lopetuspalan tarkoitus on sama kuin aloituspalan; ensimmäisen ja viimeisen laatan suojaaminen punoslustoilta.

## 7.5 Kylpyhuonelaatat

Kylpyhuone- eli K-laatat ovat laattoja, jotka ovat kokonaan tai osittain kolottuja. Laatatan pinta ”tampataan” ja laattaan tehdään kylpyhuonesyvennys. Syvennyksen määrä riippuu laattatyypistä; P37K laatan syvennys on 170 mm, P32K laatan 120 mm ja P27K laatan syvennys 90 mm. Kylpyhuonesyvennyksiä käytetään kylpyhuoneissa tarvittavan talotekniikan asentamiseen ja kylpyhuoneen lattian kaatovalun tekemiseen.

Kylpyhuonelaatat tehdään tarkoitukseen erikseen rakennetulla kylpyhuonesyvennyskoneella. Syvennettävä alue merkitään ensin tekemällä sen molempiin päihin palkit, jotka tulevat aina kylpyhuonelaatassa syvennyksen ja normaalin laatan väliin. Palkissa ontelot valetaan betonilla umpeen yleensä noin 300 mm matkalta. Palkkien tekemisen jälkeen syvennettävän laatanosan pinta rouhitetaan pois. Laattatyypistä riippuen massaa lisätään tai sitä poistetaan, ja tämän jälkeen laatta ”tampataan”. Lopputuloksena on halutun paksuinen massiivilaatta osana ontelolaattaa.

Kylpyhuonelaatan syvennetystä osasta katoaa ”tamppaamisen” yhteydessä laatan nostoura, jolloin saksinosto muuttuu mahdottomaksi. Tämän vuoksi kylpyhuonelaatat varustetaan lähes poikkeuksetta nostolenkeillä ja/tai kuula-ankkureilla turvallisen noston takia.

Kriittinen osa tätäkin työvaihetta on käytettävissä oleva kone. Mikäli kylpyhuonesyvennyskone ei esimerkiksi jostain syystä tiivistä massaa riittävän hyvin, voi ”tamppauksen” seurauksena ilmetä punoslustoja laatan syvennetyllä puolella. Tämä

johtuu siitä, jos betoni ei tiivisty kunnolla punokseen kiinni, tartunnasta tulee huono ja punos luistaa.

## 7.6 Eristelaatat

Laattatoimittajat toimittavat ontelolaattoja myös valmiiksi eristettyinä. Eristelaattoja käytetään yleisesti rakennusten tuulettuvissa alapohjissa.

Ontelolaatan alapintaan liimataan sopiva eriste jo valmiiksi tehtaalla, heti laatan katkaisun jälkeen. Käytännössä tämä tarkoittaa, että eriste on valmiiksi leikattu oikeaan kokoonsa ja siihen on tehty valmiiksi mahdolliset reiät. Eristeen pintaan levitetään uretaania, ja laatta nostetaan tarkasti eristeen päälle. Uretaanin annetaan reagoida muutama minuutti ja laatta voidaan nostaa kuormaansa.

Tärkeää laattojen eristämisessä on tarkkuus eristeen liimaamisessa. Eriste sijoitetaan poikkeuksetta laatan keskiosaan, jolloin reunoille jää tukipinnan verran eristämätöntä laatanosaa. Jos eriste asennetaan liian lähelle laatan reunaa, tukipintaa ei jää tarpeeksi ja voi olla vaarana, että laattaa ei kyetä asentamaan suunnitelmien mukaisesti.

## 7.7 Kolot, reiät, varaukset ja nostoelimet

Laattoihin suunnitellaan jo suunnitteluvaiheessa erilaisia koloja, reikiä ja varauksia. Suuri osa näistä voidaan tehdä valmiiksi tehtaalla ja osa merkitään tehtäväksi työmaalla.

Jokaisesta laatasta tehtaalle tulee mittapiirustus, jonka mukaan laatta tehdään. Piirustuksesta käyvät ilmi kaikki laatan toteutuksen kannalta tarvittavat tiedot. Piirustuksen mukaan valuryhmän mittamies piirtää laatan kanteen laatan päämitat, reikien ja syvennysten paikat, varaukset, nostokannakset ja muut mahdolliset varusteet.

Reiät ja syvennykset kaivetaan laattaan joko käsin tai koneellisesti. Koneelliseen reiän tekoon käytetään kolokonetta, joka tekee reiän ja imee ylimääräisen betonin pois reiästä. Reikä tehdään valualustaan asti, mutta reiässä olevat punokset katkaistaan vasta laatan sahausvaiheessa. Kylpyhuonelaattaan tehtävät reiät tehdään ennen laatan kylpyhuonesyvennyksen tekoa, asentamalla reiän paikalle muotoon leikattu solumuovi palanen. Laatan ”tamppauksen” jälkeen muovi kaivetaan pois ja tilalle jää siisti reikä.

Pasi-lenkit asennetaan laatan kanteen vähintään 10 mm syvyyteen siihen erikseen tarkoitettulla työkalulla.

Laatta nostetaan pääasiallisesti nostosaksilla laatan nostourasta, mutta tarvittaessa laattaan asennetaan nostoelimet suunnitelmien mukaan. Kylpyhuone-nostolenkit asennetaan ennen laatan tamppausta laatan syvennettävään osaan. Nostolenkki asetetaan ontelon pohjalle oikeaan kohtaan ja laatan tamppauksen jälkeen kaivetaan esiin. Nostossa tarvittavat kuula-ankkurit taas asennetaan laattaan jälkivaluna. Laatan valuvaiheessa laatan kanteen tehdään 100x150 mm kokoinen reikä piirustuksessa mainittuun paikkaan. Kyseinen ontelo tulpataan molempiin suuntiin 400 mm – 500 mm matkalta. Laatan valun jälkeen tämä tulpattu ontelo valetaan täyteen ja reiän kohdalle asennetaan kuula-ankkuri laatan pinnan tasoon.

Laattojen päihin tehdään valmiiksi tehtaalla vesireiät. Vesireikien tarkoitus on johtaa onteloissa oleva vesi ulos laatasta. Vesireiät porataan joko märkään betonimassaan tai jälkikäteen kuivuneeseen laattaan.

## 7.8 Purkaminen ja kuormaaminen

Laattojen purkaminen, kuormaaminen ja varastointi ovat laattojen tekemisessä viimeiset vaiheet ennen kuljetusta työmaalle ja asennusta.

Kun betoni on riittävän kovettunut, jännitys voidaan laukaista. Jännitys laukaistaan katkaisemalla jännitetyt punokset alustan molemmista päistä. Katkaisu tehdään esimerkiksi kulmahiomakoneella. Jännityksen päästön jälkeen jännepunoksissa ollut jännitys siirtyy laattaan punosten tartunnan välityksellä. Tämä tarkoittaa, että laatat alkavat taipua ylöspäin.

Sahaus tehdään ontelolaattasahalla, joka liikkuu alustan kiskojen päällä samalla tavoin kuin valukonekin. Laatat katkaistaan halutun mittaisiksi ja tarvittaessa myös kaivennetaan. Sahauksessa täytyy olla tarkkana, mikäli kyseessä on valuohjelma, joka on tehty suurella punosmäärällä ja sahattava laatta on pitkä. Tällöin laatta kaareutuu voimakkaasti ja tällöin on vaara, että sahanterä jää jumiin tai sahanterä halkaisee katkaistavan laatan pään. Tällöin on käytettävä apuvälineenä painoa laatan päällä, mikä vähentää laatan kaareutumista.

Tämän jälkeen laatat nostetaan nosturilla valualustalta. Laatat siirretään joko vaunuihin, joilla laatat kuljetetaan hallista ulos, tai sitten laatat nostetaan suoraan kuormapukeille jo hallissa. Kuormia tehdään joko ulkona, jonne laatat kuljetetaan kiskojen päällä kulkevilla vaunuilla, tai sitten kuormat tehdään jo valmiiksi hallissa.

Laattakuorma tehdään laattojen asennusjärjestyksessä erillisen kuormausohjeen mukaisesti. Tällöin, kun laatat kuljetetaan työmaalle, ne voidaan asentaa suoraan paikalleen välittömästi kuormasta purkamisen jälkeen.

Laattojen varastointi toteutetaan yleensä tehtaan varastoalueella tai suoraan työmaalla. Laattakuormien kuljetukseen käytetään satamatrukkia. Varastosta kuljetusliike hakee valmiit kuormat ja toimittaa ne työmaalle.

## 7.9 Kuorilaatan valmistus

Kuorilaatan valmistus on hyvinkin samanlaista kuin ontelolaatan valmistus, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta.

Kuorilaatan raudoitus tehdään ennen laatan valua, toisin kuin ontelolaatan, jonka nostolenkit ynnä muut asennetaan valun aikana tai jälkivaluna. Kuorilaatan raudoitus, eli jännityspunokset ja ansaat mitataan ja asennetaan paikoilleen oikeaan korkotasoon jo ennen laatan valua.

Käytännössä tämä tarkoittaa, että punokset jännitetään valualustalle samaan tapaan kuin ontelolaatatassakin. Tämän jälkeen jokaisen laatan paikka mitataan valualustalle ja mittapiirustusten mukaan ansaat sidotaan jännepunoksiin kiinni.

Tämän jälkeen kuorilaatan valukone nostetaan alustalle, säädetään laatan korkeus halutuksi ja tuodaan betonimassaa koneeseen. Koneella ajetaan raudoituksen yli, jonka jälkeen lopputuotteena on massiivilaatta, jonka yläpinta on karhennettu ja jossa ovat ansaat oikeilla paikoillaan. Viimeisenä jännitys laukaistaan, laatat sahataan ja kuormataan kuormiin.

## **8 Mittatoleranssit ja laadunvarmistus**

### **8.1 Laadunvarmistus**

Ontelolaatat ovat CE-merkitty betonivalmisosa, jolle on tästä syystä annettu hyvinkin tarkat määritelmät mittatoleransseihin ja laadunvarmistukseen. Jotta CE-merkintä voidaan tuotteelle myöntää, täytyy sille olla tehtaalla sisäinen laadunvarmistus, tuotteen alkutestaus ja menetelmät ei-vaatimuksenmukaisien tuotteiden varalta. (SFS-EN 1668:2012, 60-61).

Ontelolaatat ovat hyvinkin standardisoitu tuote, jolle standardeissa on mainittu monta kohtaa, joille täytyy olla tehtaan sisäinen laadunvalvontajärjestelmä. Tarkastettavia kohteita määritellään kahdessa eri standardissa, ontelolaattojen omassa standardissa SFS-EN 1168 ja betonivalmisosien yleiset säännöt standardissa SFS-EN 13369 Näitä ovat mm. betonin laatu, laatan valmistusmenetelmät, koneet, jännitys-

koneet ja jännitystyö. valmis tuote, varastointi ja punokset. Jokaiselle edellä mainituista on standardissa määrätty tarkastusmenetelmä, kuinka sitä mitataan ja kuinka usein. Esimerkiksi betonille on hyvinkin monta kohtaa, joita siitä mitataan päivittäin. (SFS-EN 13369:2013, 36-41; SFS-EN 1168:2012, 26-27.)

Osalle tarkastettavista kohteista standardit antavat melko summittaisia tai pitkäköjiä tarkastusvälejä. Esimerkiksi, että tarkastetaan silmämääräisesti päivittäin tai kun aiheutta ilmenee. Joillekin tuotteille, esimerkiksi betonin laadulle, on useita tarkastuksia, joita tehdään päivittäin ihan niille tehdyin menetelmin. (SFS-EN 13369:2013, 36-41; SFS-EN 1168:2012, 26-27.)

Kuitenkin tehtaan on suoritettava standardien mukaiset tarkastukset vähintään niin tiheästi kuin ne esitetään standardin SFS-EN 13369:2013 taulukoissa D1 – D4. Mikäli saadaan hyväksyttäviä tuloksia peräkkäin riittävästi, voidaan tarkastuksia harventaa puoleen normaalista. Kuitenkin, jos tulee liikaa hylättyjä tai ala-arvoisia tuloksia voidaan tarkastuksia kiihdyttää ja loppujen lopuksi koko tuotanto pysäyttää, mikäli hylättyjen testaustulosten tulo ei lopu. (SFS-EN 13369:2012, 41.)

Loppujen lopuksi standardit antavat melko väljät tarkastusvälit tietyille asioille. Standardi SFS-EN 1168:2012 määrittelee, että valmiin ontelolaatan poikkileikkauksen mitattoleranssit täytyy mitata vain jokaiselta eri poikkileikkaukselta kultakin tuotantopäivältä. Kuitenkin vähintään mitataan yksi poikkileikkaus jokaiselta tuotantokoneelta joka toinen viikko. Käytännössä tämä tarkoittaa, että jos valetaan pelkkää samaa laattatyyppiä viikko, niin joka päivältä mitattaisiin ainoastaan yksi laatta. Kuitenkin tehtaasta riippuen saattaa yhden päivän tuotanto olla jopa monta sataa laattaa. Yleensä betonielementtejä valmistavat yritykset haluavat kyllä mitata enemmän laattoja, koska sillä huomataan mm. koneissa olevat virheet, jotka pahimmillaan aiheuttavat ei-vaatimuksenmukaisia tuotteita.

## 8.2 Mittatoleranssit

Betonielementtejä on melko vaikea saada valmistettua täysin mittatarkkoina. Valmiin tuotteen fyysisiin mittoihin vaikuttaa mm. betonin kutistuma, jännepunosten määrä, jännepunosten jännitys, raudoitus, lämpötila ja pahimmillaan kaikki yhdessä, joten lopputuotteen mitat voivat olla hieman epätarkkoja. Tästä syystä täytyy olla olemassa rakentamistoleranssit, jotka määräävät minkä rajojen sisällä täytyy pysyä. Rakentamistoleranssit voidaan jakaa kahteen eri toleranssiin, valmistustoleranssiin ja asennustoleranssiin. Käytännön ero näillä kahdella toleranssilla on, että valmistustoleranssi kertoo, millainen tuotteen kuuluu olla, ja asennustoleranssi kertoo missä sen kuuluu olla. (Betonielementtien toleranssit 2011, 5-6.)

Tässä paneudutaan enemmän ontelo- ja kuorilaattojen valmistustoleransseihin, koska tämä opinnäytetyö koski nimenomaan laattojen valmistusta.

Pohja toleransseille tulee suoraan betonivalmisosien standardista SFS-EN 13369 sekä ontelolaattojen standardista SFS-EN 1168 ja kuorilaattojen standardista SFS-EN 13747. Se taso, mikä standardissa mainitaan, on vähimmäistaso, jonka täytyy täytyä. Standardeissa toleranssit eivät ole selkeitä numeerisia arvoja vaan ne ovat kirjallisesti mainittu kirjoittamalla ja mitattuja arvoja verrataan laskennalliseen arvoon.

Betoniteollisuus ry:n Betonielementtien toleranssit 2011 ilmoittaa taas kaikki oleelliset asiat numeerisesti ja helposti ymmärrettävästi. Tässä kirjassa on taulukoitu arvot, paljonko esimerkiksi uuman ja kannasten paksuuksien tulisi olla. (Betonielementtien toleranssit 2011, 16).

Valmistajilla itsellään on usein myös omat valmistustoleranssinsa. *Parma Oy:n Parman Ontelolaattojen suunnitteluohjeesta* löytyy myös ontelolaattojen valmistustoleranssit. Kuviossa 11 näytetään näistä toleransseista muutama. Nämä on ilmoitettu samalla tavalla numeerisesti kuin Betonielementtien toleranssit-kirjassa, mutta toleranssit ovat vain hieman tiukemmat. Tiukennuksia on mm. laatan korkeudessa ja ylä-

pinnan aaltoilussa. Asennustoleransseissa ei ole näiden kahden julkaisun välillä oikeastaan eroja. Olettaisin, että se johtuu siitä, että valmistaja ei pysty asentamiseen vaikuttamaan. Se, että valmistustoleranssit ovat Parma Oy:n materiaalissa tiukemmat kuulostaa vain siltä, että halutaan valmistaa hieman hyväksyttävää parempaa laatua. (Parma ontelolaatat, suunnitteluohje 2013, 41-43.)

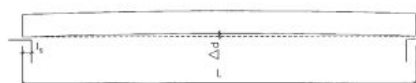
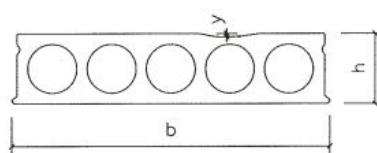
#### Valmistustoleranssit

- 1. Pituus (L)**  $\pm 15 \text{ mm}$   
tai  $L/1000$
- Pituus mitataan laatan yläpinnasta laatan keskeltä

- 2. Leveys (b)**
- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| kokonainen laatta | + 0                 |
|                   | - 5 mm              |
| kavennettu laatta | $\pm 20 \text{ mm}$ |

- 3. Korkeus (h)**
- |                |                     |
|----------------|---------------------|
| P18, P18M, P20 | $\pm 5 \text{ mm}$  |
| P27, P32, P37  | $\pm 7 \text{ mm}$  |
| P40, P40R      | $\pm 10 \text{ mm}$ |
| P50, P50R      | $\pm 10 \text{ mm}$ |

Laatan poikkileikkauksen korkeus mitataan keskimmäisen ja reunimmaisen uuman kohdalta sekä reunimmaisen ontelon keskeltä.



Kuvio 11. Parma Oy:n valmistustoleransseja (Parma ontelolaatat 2013, 41)

### 8.3 Yleisimmät virheet toteutuksessa

Betonielementit ovat teollisesti valmistettuja tuotteita. Niihin vaikuttaa valmistusvaiheessa hyvin moni asia, joten täysin virheettömien tuotteiden valmistaminen on käytännössä mahdotonta. Seuraavassa esitellään yleisiä virheitä, joita laattojen tuotannossa esiintyy ja jotka voivat johtaa laatan hylkäämiseen. Tällaisia virheitä ovat: punosluisto, uumien kunto, pituus- ja leveyssuuntaiset halkeamat. (Betonivalmisteiden mittapoikkeamien käsittely 2006, 3).

#### Punosluisto

Punosluisto tarkoittaa sitä, että punoksen tartunta ei ole riittävä, ja punos luistaa. Se ei toisin sanoen kykene välittämään jännitystään laattaan, jolloin laatan kapasiteetti laskee. Punosten luistolle on määrätty raja-arvot, milloin punos katsotaan luista-



neeksi. 12,5 mm punoksella punos saa luistaa 3 mm ja 9,3 mm punoksella 2 mm. Punosluisto voi johtua monestakin asiasta. Vaihtoehtoja ovat betonin kypsymättömyys jännityksen laukaisun hetkellä, betonin huono tiivistyminen punoksen ympärille tai huono punos, jossa ei ole mahdollisesti kunnollista profiilia, johon betoni voi tarttua.

### **Uuman halkeama jännepunoksien yläpuolelta**

Tarkoittaa, että uuma on käytännössä poikki tai uuman betoni on niin harvaa, että sen katsotaan olevan poikki. Tällainen johtaa leikkauskapasiteetin pienenemiseen haljenneiden uumien osalta. Mikäli uumat eivät ole haljenneet kovin syvälle onteloon, voidaan halkeamat korjata ontelon umpeenvalulla tai syvällä tulppauksella. Yleensä tällainen ongelma johtuu betonin puutteellisesta laukaisulujuudesta ja uumat halkeavat laattoja sahattaessa. Betoni ei siis ole kovettunut tarpeeksi. Muita todennäköisiä syitä ovat liian kuiva tai liian märkä betonimassa valun aikana tai riittämättömän tärytys. (Betonivalmisosien mittapoikkeamien käsittely 2006, 35.)

### **Halkeamat**

Halkeamia voi olla eri osissa laattaa ja halkeaman paikka ja laatu vaihtelevat tiettyjen syiden seurauksena.

### **Pitkittäiset halkeamat laatan uuman kohdalla**

Nämä voivat johtua mm. väärästä lämpökäsittelystä, epätasaisesta punosten jännityksestä tai liian märästä betonimassasta. Lievä halkeilu ei ole vaarallista laatan kantavuuden kannalta, mutta jos laatta on halki koko pituudeltaan, voi se vaikuttaa kuormien jakaantumiseen, mikäli pintabetonointia ei käytetä. Pintabetonilla pystytään tällaiset pienet halkeamat korjaamaan. Vakavien halkeamien tapauksessa laatta täytyy hylätä tai kaventaa, jolloin sitä voidaan käyttää johonkin muuhun tarkoitukseen. (Betonivalmisosien mittapoikkeamien käsittely 2006, 33.)

### **Pitkittäiset halkeamat ontelon kohdalla**

Voi johtua väärästä lämpökäsittelystä, vääränlaisesta laatan katkaisusta, liian kosteasta betonimassasta tai jännitettyjen punosten epäkeskisyydestä. Vaikutus on sama kuin, jos halkeama olisi uuman kohdalla. Vaikuttaa siis kuorman jakaantumiseen, mi-

käli ei käytetä pintabetonointia. Pienet halkeamat voidaan korjata ontelon umpeenvalulla, mutta pintabetonikohteissa ei tarvitse korjata lainkaan vaan pintabetonointi paikkaa halkeaman. (Betonivalmisosien mittapoikkeamien käsittely 2006, 34.)

### **Halkeamat laatan nurkissa**

Tämä voi johtua siitä, että laattojen katkaisussa laatta alkaa kaareutua ja sahanterä jää laattaan kiinni, sahaus ei yllä laatan pohjaan saakka tai laatan nosto on epäkeskeinen. Seurauksena laatan leikkauskapasiteetti voi olla alentunut, mikäli onteloiden väliset uumat ovat myös haljenneet. Korjaustoimenpiteisiin vaikuttavat tarvittava leikkauslujuus. Tällaisia halkeamia voidaan ehkäistä käyttämällä nostoissa nostopuomia tasaisen noston aikaansaamiseksi, tukemalla laatta kaareutumista vastaan katkaistessa ja sahattaessa kunnollisilla terillä ja välineillä. (Betonivalmisosien mittapoikkeamien käsittely 2006, 36.)

### **Pitkittäiset halkeamat laatan reunoissa**

Tällaiset halkeamat voivat johtua liian vähäisestä laukaisulujuudesta, valussa on sattunut epäjatkuvuus, jolloin betonikerrokset eivät ole tarttuneet toisiinsa, punosten tartunta betoniin on huono tai sitten vääränlainen sahaus tai nostotapa. Ehkäiseviä toimenpiteitä ovat nostopuomin käyttö, sahaus laatan pohjaan asti, betonin riittävä tiivistyminen ja jatkuva valu. Tällaiset halkeamat vaikuttavat laatan leikkauskapasiteettiin ja niitä voidaan tietyissä määrin korjata onteloiden umpeenvaluilla. Loppujen lopuksihan onteloiden väliset saumat tullaan valamaan täyteen laatastoa saumatta, joten yleensä tämä ei ole kovin vakava halkeama. (Betonivalmisosien mittapoikkeamien käsittely 2006, 37.)

### **Laatan poikittaiset halkeamat**

Laatassa on poikittaisia halkeamia joko koko laatan leveydeltä tai vähemmän. Tällaiset halkeamat voivat johtua usein väärästä lämpökäsittelystä, liian kosteasta betonimassasta tai sitten yleisemmin jännityksen laukaisun viivästyemisestä. Jos punosten jännityksen laukaisu viivästyy alkaa laatta jo kutistumishalkeilla ja halkeaa enemmän, kun jännitys laukaistaan. Ennaltaehkäiseviä toimia ovat oikea-aikainen jännityksen laukaisu, kunnollinen betonimassa ja laatan peittäminen heti laatan valun jälkeen. Halkeaman kohta määrää mihin halkeama vaikuttaa. Mikäli se on laatan päässä, se

vaikuttaa laatan leikkauskapasiteettiin, mikäli keskellä, se vaikuttaa taivutusvastukseen. Pienet halkeamat voidaan injektoida umpeen injektiomassalla, mutta suuret ja vakavat halkeamat ovat usein laatan hylkäysperuste. (Betonivalmisosien mittapoikkeamien käsittely 2006, 32.)

Hyvin yleinen laatan hylkäävä virhe on muu valmistusvirhe. Tällä tarkoitan esimerkiksi reiän väärää sijaintia, laatan pituuden mittavirhettä, väärää punostusta tai suunnittelun virhettä. Nämä ovat pääosin inhimillisiä ja niitä voidaan ennaltaehkäistä paremmalla laadunvalvonnalla ja huolellisuudella. (Betonivalmisosien mittapoikkeamien käsittely 2006, 38.)

## 9 Pohdinta

Ontelo- ja kuorilaatat ovat mielestäni aihe, josta voisi kirjoittaa hyvinkin paljon niiden valmistuksesta ja kaikkeen niihin liittyvistä mm. asennuksesta, suunnitteluperusteista ja kustannustehokkuudesta.

Tämä työ kuitenkin perustui lähinnä ontelo- ja kuorilaatan valmistukseen. Liite 1 haettiin työn tilaajan puolesta salata, mikä teki työn tekemisestä melko hankalaa. Tämä sen takia, koska täytyi koko ajan pohdiskella mitä raportissa haluan kertoa, ja onko se sallittua ja relevanttia aiheen kannalta.

Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaalin tekemisessä haastavimmaksi osaksi muodostui työvaiheen kertominen muutamalla sanalla. Tarkoitus oli kiteyttää kukin työvaihe mahdollisimman tarkasti muutamalla lauseella, ymmärrettävästi, mutta riittävän teknisesti ja virallisesti. Tässä muodostui ongelmaksi kuinka yksinkertaisesti asioita kannattaa kertoa, kun ottaa huomioon materiaalin lukijoiden lähtötiedon aiheeseen, mikä voi olla hyvinkin vähäinen.

Ontelolaattojen ja kuorilaattojen valmistuksesta on kirjoitettu verrattain vähän, joten tämä opinnäytetyö antaa mielestäni hyvän yleisnäkemyksen laattojen valmistuksesta.

Tilajalle opinnäytetyö oli tärkeä, koska kunnollista työopastusmateriaalia ei ollut olemassa ja Ontelolaattalinjan työopastusmateriaali on käytössä Parma Oy:n Uuraisten tehtaalla.

## Lähteet

Betonielementtien kuljetusohje. 2008. Helsinki: Betonikeskus.

Betonielementtien toleranssit. 2011. 2.p. Helsinki: Betoniteollisuus.

Betonivalmisosien laatupoikkeamien käsittely. 2006. Helsinki: Betonikeskus.

BY 65. Betoninormit 2016. 2016. Helsinki: 2. painos. Suomen betoniyhdistys.

Huhtiniemi, S. & Kiviniemi, J. 1992. BY 208 Elementtityöt. Helsinki: Suomen betoniyhdistys ja Rakennustieto.

Ilveskoski, O. 2012. Johdatus betonirakenteiden suunnitteluun eurokoodin SFS-EN 1992-1-1 ja 2 mukaan. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 5.12.2017. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/48799/HAMK\\_Ilveskoski\\_Johdatus-betonirakenteiden-suunnitteluun.pdf](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/48799/HAMK_Ilveskoski_Johdatus-betonirakenteiden-suunnitteluun.pdf)

Kuorilaatat. N.d. Artikkel elementtisuunnittelu sivustolla. Viitattu 20.12.2017. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/kuorilaatat>

Manka M-L. & Manka M. 2016. Työhyvinvointi. Alma Talent. Viitattu 4.12.2017. [https://verkkokirjahylly-almatalent-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/teos/BAX-BBXAUUGGBJXAB#kohta:TY\(\(d6\)HYVINVOINTI\(\(20](https://verkkokirjahylly-almatalent-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/teos/BAX-BBXAUUGGBJXAB#kohta:TY((d6)HYVINVOINTI((20)

Ontelolaatat. N.d. Artikkel elementtisuunnittelu sivustolla. Viitattu 12.11.2017, 4.12.2017. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>

Ontelolaataston suunnitteluohje. 2012. Betoniteollisuus. Viitattu 27.11.2017. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23859/Ontelolaatastojen%20suunnitteluohje.pdf>

Palolahti, T., Lahtinen, M. & Mäki, T. 2010. Betonielementtien nostot. Helsinki: Betoniteollisuus.

Parma kuorilaatastot, suunnitteluohje. 2012. Vihti: Parma. Viitattu 22.11.2017. [http://www.parma.fi/images/files/publications/kuorilaatasto\\_korjattu.pdf](http://www.parma.fi/images/files/publications/kuorilaatasto_korjattu.pdf)

Parma ontelolaatastot, suunnitteluohje. 2013. Vihti: Parma. Viitattu 22.11.2017. [http://www.parma.fi/images/files/downloads/PARMA\\_ontelolaatastot\\_suunnitteluohje\\_031213.pdf](http://www.parma.fi/images/files/downloads/PARMA_ontelolaatastot_suunnitteluohje_031213.pdf)

Ratu 0389. Ontelo- ja TT-laattaelementtityö. 2012. Rakennustieto.

SFS-EN 1168 + A3:2012. Betonivalmisosat. Ontelolaatat. Helsinki: Suomen Standardisoi-  
misliitto SFS. Vahvistettu 23.1.2012. Viitattu 5.12.2017. <https://janet.finna.fi>, SFS  
Online

SFS-EN 13369:2013. Betonivalmisosien yleiset ohjeet. Helsinki: Suomen Standardisoi-  
misliitto SFS. Vahvistettu 17.6.2013. Viitattu 16.11.2017. <https://janet.finna.fi>, SFS  
Online

SFS-EN 13747 + A2:2010. Betonivalmisosat. Kuorilaatat. Helsinki: Vahvistettu  
23.8.2010. Viitattu 19.11.2017. <https://janet.finna.fi>, SFS Online

Tietoa Parmasta. N.d. Artikkelin Parman sivustolla. Viitattu 2.11.2017,  
<http://www.parma.fi/tietoa-parmasta>

Työturvallisuuslaki 738/2002. Annettu 23.8.2002. Viitattu 22.11.2017  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L1P1>

## **Liitteet**

Liite 1. Ontelolaattalinjan työnopastusmateriaali